



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 34 39 802.3
22 Anmeldetag: 31. 10. 84
43 Offenlegungstag: 27. 6. 85

DE 3439802 A1

30 Unionspriorität: 32 33 31

22.11.83 GB 8331111

71 Anmelder:

NL Sperry-Sun, Inc., Stafford, Tex., US

74 Vertreter:

Hauck, H., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing., 8000
München; Schmitz, W., Dipl.-Phys.; Graalfs, E.,
Dipl.-Ing., 2000 Hamburg; Wehnert, W., Dipl.-Ing.,
8000 München; Döring, W., Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Dr.-Ing., Pat.-Anw., 4000 Düsseldorf

72 Erfinder:

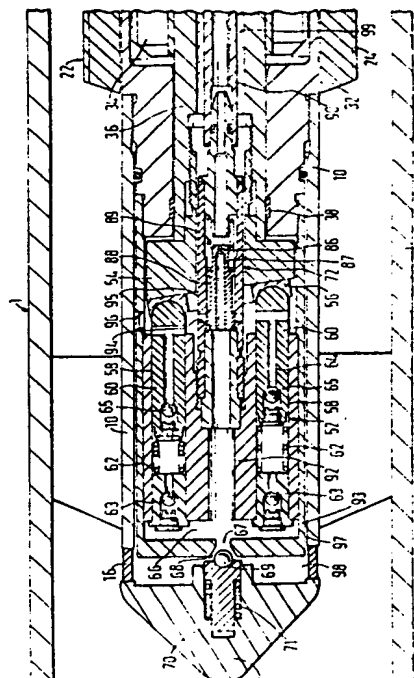
Russell, Anthony William, Leckhampton,
Cheltenham, DE; Russell, Michael King, Prestbury,
Cheltenham, GB

Bibliotheek
Bur. Ind. Eigendom

1 6 AUG. 1985

54 Bohrloch-Signalübertrager für ein Schlammimpuls-Telemetriesystem

Ein Bohrloch-Signalübertrager für ein Schlammimpuls-Telemetriesystem weist ein ringförmiges Schaufelrad 22 auf, das ein Gehäuse 10 umgibt und von dem die entlang des Bohrgestänges verlaufende Schlammströmung angetrieben wird. Das Schaufelrad 22 dient dazu, eine Drehmomentsteuereinrichtung 52, 67, 72, 74 und vorzugsweise auch einen elektrischen Generator innerhalb des Gehäuses 10 anzutreiben. Die Drehmomentsteuereinrichtung ist durch einen Signalbetätiger in Abhängigkeit von einem elektrischen Eingangssignal zwischen zwei Zuständen umschaltbar. In einem ersten Zustand kann das Schaufelrad 22 relativ leicht angetrieben werden, so daß es von der Schlammströmung mit einer relativ hohen Drehzahl in Drehung versetzt wird, während in einem zweiten Zustand ein größeres Drehmoment erforderlich ist, um das Schaufelrad 22 anzutreiben, so daß es mit einer relativ niedrigen Drehzahl umläuft. Somit kann eine entsprechende Änderung des Eingangssignals dazu benutzt werden, die Laufraddrehzahl zu ändern, um dadurch ein moduliertes Drucksignal in der Schlammströmung zu erzeugen, das an der Oberfläche abgefühlt werden kann.



DE 3439802 A1

1 PATENTANSPRÜCHE

1. Bohrloch-Signalübertrager für ein Schlammimpuls-Telemetriesystem, mit einem Schaufelrad, das in der entlang
5 eines Bohrgestänges verlaufenden Schlammströmung drehbar ist, wenn der Übertrager zum Betrieb im Bohrloch installiert ist, dadurch gekennzeichnet, daß eine Drehmomentsteuereinrichtung (52,67,72,74) mit dem Schaufelrad (22) gekoppelt ist, um das zum Antrieb des Schaufelrades (22) erforderliche Drehmoment zu ändern, derart,
10 daß in einer gegebenen Schlammströmung das Schaufelrad (22) von der Schlammströmung mit einer ersten Drehzahl angetrieben wird, wenn sich die Steuereinrichtung (52,67,72,74) in einem ersten Zustand befindet, und mit
15 einer zweiten Drehzahl, wenn sich die Steuereinrichtung (52,67,72,74) in einem zweiten Zustand befindet, und daß mit der Drehmomentsteuereinrichtung (52,67,72,74) eine Signaleinrichtung (76) gekoppelt ist, die den Zustand der Drehmomentsteuereinrichtung (52,67,72,74) in
20 Abhängigkeit von einer Zustandsänderung des elektrischen Eingangssignales ändert, wodurch die Drehzahl des Schaufelrades (22) veranlaßt wird, sich zwischen dem ersten und zweiten Zustand zu ändern, um ein moduliertes Drucksignal in der Schlammströmung in Abhängigkeit von der
25 Abgabe eines sich ändernden elektrischen Eingangssignales an die Signaleinrichtung (76) zu übertragen.
2. Übertrager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
30 das Schaufelrad (22) zur Versorgung der Signaleinrichtung (76) einen elektrischen Generator (44) antreibt.
3. Übertrager nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
35 daß die Drehmomentsteuereinrichtung (52,67,72,74) und die Signaleinrichtung (76) in einer schlammfreien Umgebung innerhalb eines Gehäuses (10) angeordnet sind und das Schaufelrad (22) außerhalb des Gehäuses (10) angeordnet ist.

- 1 4. Übertrager nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß
das Schaufelrad (22) mit der Drehmomentsteuereinrichtung
(52,67,72,74) magnetisch gekoppelt ist, so daß ein An-
triebsdrehmoment zwischen dem Schaufelrad (22) und der.
5 Drehmomentsteuereinrichtung (52,67,72,74) übertragen
werden kann.
5. Übertrager nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeich-
net, daß das Schaufelrad (22) ringförmig ausgebildet
10 ist und einen zylindrischen Abschnitt des Gehäuses (10)
umgibt.
6. Übertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß die Drehmomentsteuerein-
15 richtung einen hydraulischen Kreis mit einer vom
Schaufelrad (22) angetriebenen Pumpe (52) und einer
Ventileinrichtung (67,72,74) aufweist, die von der
Signaleinrichtung (76) zwischen einem ersten und einem
zweiten Zustand umschaltbar ist, wobei zum Antrieb der
20 Pumpe (52) ein größeres Drehmoment erforderlich ist,
wenn sich die Ventileinrichtung (67,72,74) im ersten
Zustand befindet, als wenn sich die Ventileinrichtung
(67,72,74) in dem zweiten Zustand befindet.
- 25 7. Übertrager nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß
die Ventileinrichtung ein Drosselventil (67) und ein
Schaltventil (72) aufweist, das so angeschlossen ist,
daß es den Auslaßstrom der Pumpe (52) im ersten Zustand
an das Drosselventil (67) abgibt und im zweiten Zustand
30 am Drosselventil (67) vorbeiführt.
8. Übertrager nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeich-
net, daß die Ventileinrichtung einen hydraulischen Ver-
35 stärker mit einem als Hauptventil dienenden Schaltven-
til (72) und einem als Nebenventil dienenden Steuerven-

- 1 til (74) aufweist, um einen Hauptstrom der Pumpe (52)
durch das Hauptventil (72) zu steuern, und zwar durch
Einwirken auf einen Nebenstrom relativ kleiner Größe.
- 5 9. Übertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß die Signaleinrichtung ein
solenoidbetriebener Betätiger (76) ist.
- 10 10. Übertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch ge-
kennzeichnet, daß die Drehmomentsteuereinrichtung einen
elektrischen Generator aufweist, der mit dem Schaufel-
rad (22) gekoppelt ist, und daß die Signaleinrichtung
die elektrische Last des Generators in Abhängigkeit
von der Eingabe eines veränderlichen elektrischen Ein-
gangssignales ändert, um das zum Antrieb des Schaufel-
rades (22) erforderliche Drehmoment zu ändern.
- 15 11. Übertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch ge-
kennzeichnet, daß die Drehmomentsteuereinrichtung ein
mit dem Schaufelrad (22) magnetisch gekoppeltes ange-
triebenes Teil sowie eine Einrichtung aufweist, die da-
zu dient, die magnetische Kopplung zwischen dem angetrie-
benen Teil und dem Schaufelrad (22) unter der Steuerung
der Signaleinrichtung zu ändern.
- 20 12. Übertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch ge-
kennzeichnet, daß die Drehmomentsteuereinrichtung ein
mit dem Schaufelrad (22) gekoppeltes angetriebenes Teil
und eine Bremseinrichtung zum Abbremsen des angetriebenen
Teiles unter der Steuerung der Signaleinrichtung auf-
weist.
- 25 30 35

1 BESCHREIBUNG:

Die Erfindung betrifft einen Signalübertrager für eine
Signalübertragung innerhalb eines Bohrloches während des
5 Bohrens und betrifft insbesondere einen Bohrloch-Signal-
übertrager für ein Schlammimpuls-Telemetriesystem.

Es sind bereits verschiedene Arten von Meßsystemen (MWD)
vorgeschlagen worden, mit denen Messungen innerhalb eines
10 Bohrloches während des Bohrvorganges durchgeführt und die
Meßdaten an die Oberfläche übertragen werden. Bis heute
war jedoch erst eine Art von Meßsystem in der Praxis er-
folgreich, und zwar das sogenannte Schlammimpuls-Teleme-
triesystem. Bei diesem System wird die Schlammströmung,
15 die am Bohrgestänge entlang nach unten zum Bohrwerk zu-
rück und von dort wieder nach oben durch den Ringraum zwi-
schen Bohrgestänge und Bohrungswand gelangt, um das Bohr-
gestänge zu schmieren und die Bohrprodukte abzuführen, da-
zu verwendet, die Meßdaten eines Bohrloch-Meßinstrumentes
20 an einen Empfänger und Datenverarbeiter an der Oberfläche
zu übertragen. Dies wird dadurch erreicht, daß der Schlamm-
druck in Nähe des Meßinstrumentes unter der Steuerung des
elektrischen Ausgangssignals des Meßinstrumentes moduliert
wird und die resultierenden Schlammimpulse an der Oberfläche
25 mittels eines Druckwandlers erfaßt werden.

Die GB-Patentanmeldung 2 082 653A und 2 087 951A offenbaren
ein derartiges System, bei dem eine Drosseleinrichtung eine
Drosselöffnung für den entlang des Bohrgestänges strömenden
30 Schlamm aufweist und ein Drosselkörper unter der Steuerung
des elektrischen Ausgangssignales des Meßinstrumentes ver-
schiebbar ist, um den Durchflußquerschnitt der Drosselöff-
nung zu ändern und dadurch den Schlammdruck zu modulieren.
Das System umfaßt einen Turbogenerator, der von der Schlamm-
35 strömung angetrieben wird, um das Meßinstrument mit elektri-
scher Leistung zu versorgen.

1 Durch die vorliegende Erfindung soll ein insgesamt verbesserter Bohrloch-Signalübertrager geschaffen werden, der besonders kompakt ist und sich vor allem für einen Betrieb im Bohrloch unter außergewöhnlich widrigen Bedingungen eignet.

5 Ein Bohrloch-Signalübertrager für ein Schlammimpuls-Telemetriesystem, mit einem Schaufel^{rad}, das in der entlang eines Bohrgestänges verlaufenden Schlammströmung drehbar ist, wenn der Übertrager zum Betrieb im Bohrloch installiert ist, 10 ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß eine Drehmomentsteuereinrichtung mit dem Schaufelrad gekoppelt ist, um das zum Antrieb des Schaufelrades erforderliche Drehmoment zu ändern, derart, daß in einer gegebenen Schlammströmung das Schaufelrad von der Schlammströmung mit einer ersten 15 Drehzahl angetrieben wird, wenn sich die Steuereinrichtung in einem ersten Zustand befindet, und mit einer zweiten Drehzahl, wenn sich die Steuereinrichtung in einem zweiten Zustand befindet, und daß mit der Drehmomentsteuereinrichtung eine Signaleinrichtung gekoppelt ist, die den Zustand 20 der Drehmomentsteuereinrichtung in Abhängigkeit von einer Zustandsänderung des elektrischen Eingangssignales ändert, wodurch die Drehzahl des Schaufelrades veranlaßt wird, sich zwischen dem ersten und zweiten Zustand zu ändern, um ein moduliertes Drucksignal in der Schlammströmung in Abhängig- 25 keit von der Abgabe eines sich ändernden elektrischen Eingangssignales an die Signaleinrichtung zu übertragen.

Statt somit den Schlammdruck durch Drosseln der Schlammströmung wie bei dem bekannten System zu modulieren, 30 macht das erfindungsgemäß ausgebildete System Gebrauch von einer völlig neuen Modulationsmethode, bei der der Schlammdruck durch Ändern der Drehzahl eines in der Schlammströmung angeordneten Schaufelrades moduliert wird. Solch ein System hat zahlreiche Vorteile gegenüber dem bekannten 35 System hinsichtlich Kosten, Einfachheit des Aufbaus und

1 Zuverlässigkeit der Betriebsweise. Insbesondere die Tatsa-
che, daß ein linear verschiebbarer Drosselkörper nicht er-
forderlich ist, bedeutet, daß keine einer Abnutzung unter-
worfenen Dichtung zwischen solch einem Drosselkörper und
5 einem Gehäuse vorgesehen werden muß, um die Steuereinrich-
tung in einer schlammfreien Umgebung zu halten. Außerdem
vermeidet die Tatsache, daß eine Drosseleinrichtung nicht
erforderlich ist, jegliche Erosionsprobleme, die durch die
gedrosselte Schlammströmung verursacht werden, und außerdem
10 wird es einfacher, den Übertrager so zu bauen, daß er
mittels eines Drahtseiles an der Innenseite des Bohrge-
stänges entlang nach oben gezogen werden kann. Auch braucht
der Übertrager nicht länger bezüglich der Drosseleinrich-
tung präzise positioniert zu werden.

15 Der Übertrager umfaßt ferner vorzugsweise einen elektrischen
Generator, der von dem Schaufelrad angetrieben wird. In diesem
Fall erfüllt das Schaufelrad den doppelten Zweck, den Schlamm-
druck zu modulieren und die erforderliche elektrische Lei-
20 stung zu liefern. Hierdurch wird eine beträchtliche Verein-
fachung im konstruktiven Aufbau des Übertragers möglich.

Außerdem ist besonders vorteilhaft, wenn die Drehmoment-
steuereinrichtung und die Signaleinrichtung in einer
25 schlammfreien Umgebung innerhalb eines Gehäuses unterge-
bracht werden, während das Schaufelrad außerhalb des Gehäuses
angeordnet und mit der Drehmomentsteuereinrichtung so ge-
koppelt wird, daß das Antriebsmoment zwischen dem Schaufel-
rad und der Drehmomentsteuereinrichtung übertragen werden
30 kann. Dies macht jede Art von Drehdichtung zwischen dem
Schaufelrad und der Steuereinrichtung überflüssig. Das
Schaufelrad kann ringförmig ausgebildet sein und einen
zylindrischen Abschnitt des Gehäuses umgeben, wobei die
magnetische Kupplung im wesentlichen wie bei den oben
35 erwähnten Patentanmeldungen ausgebildet sein kann.

- 1 Eine Anzahl unterschiedlicher Ausführungsformen der Drehmomentsteuereinrichtung sind im Rahmen der vorliegenden Erfindung möglich. Der Generator kann selbst einen Teil der Drehmomentsteuereinrichtung bilden, und in der Tat
- 5 kann das Schaufelrad sogar den Rotor des Generators bilden, oder stattdessen kann die Drehmomentsteuereinrichtung einen vom Generator getrennten Betätiger wie in der GB-PS 2 123 458 enthalten.
- 10 Die Drehmomentsteuereinrichtung kann beispielsweise ein Hydraulikkreis mit einer vom Schaufelrad getriebenen Pumpe und einer Ventileinrichtung umfassen, die durch die Signaleinrichtung zwischen einem ersten und einem zweiten Zustand umschaltbar ist, wobei ein größeres Drehmoment zum
- 15 Antrieb der Pumpe erforderlich ist, wenn sich die Ventileinrichtung im ersten Zustand befindet, als wenn sie sich im zweiten Zustand befindet. Vorzugsweise enthält die Ventileinrichtung ein Drosselventil und ein Schaltventil, das so angeschlossen ist, daß sie den Auslaßstrom der Pumpe im
- 20 ersten Zustand dem Drosselventil zuführt und im zweiten Zustand das Drosselventil umgehen läßt.

Die Drehmomentsteuereinrichtung kann ferner ein mit dem Schaufelrad gekoppeltes angetriebenes Teil und eine Brems-

25 einrichtung zum Abbremsen des getriebenen Teiles unter der Steuerung der Signaleinrichtung umfassen. Die Bremsrichtung kann beispielsweise eine hydraulisch betätigbare Bremse sein, die am getriebenen Teil unter Reibschluß angreift, um die Drehzahl des getriebenen Teiles und somit

30 des Schaufelrades zu verringern, wenn die Bremse betätigt wird. Der Hydraulikdruck zum Betätigen der Bremse kann von einer Pumpe wie der in der GB-PS 2 123 458 geliefert werden.

1 Stattdessen kann die Drehmomentsteuereinrichtung ein mit
dem Schaufelrad praktisch gekuppeltes getriebenes Teil und
eine Einrichtung umfassen, die zum Ändern der magnetischen
Kupplung zwischen dem getriebenen Teil und dem Schaufelrad
5 unter der Steuerung der Signaleinrichtung dient.

Als weitere Möglichkeit kann der Generator einen Teil der
Drehmomentsteuereinrichtung bilden, und die Signaleinrich-
tung kann so ausgebildet sein, daß sie die elektrische
10 Last des Generators in Abhängigkeit von der Eingabe eines
veränderlichen elektrischen Eingangssignales ändert, um
das zum Antrieb des Laufrades erforderliche Drehmoment zu
ändern. Solch eine Ausführungsform kann beispielsweise
einen elektrischen Generator mit einem Rotor und einem
15 gewickelten Stator umfassen, der eine erste Wicklung zur
Versorgung eines Meßinstrumentes und eine zweite Wicklung
aufweist, mit der eine Schalteinrichtung verbunden ist,
um die elektrische Last der zweiten Wicklung in Abhängig-
keit vom Ausgang des Meßinstrumentes zu ändern. Die Schalt-
20 einrichtung kann beispielsweise zwischen einer ersten
Stellung, in der sie die zweite Wicklung zum Anlegen
einer relativ hohen Last kurzschließt, und einer zweiten
Stellung, in der sie die zweite Wicklung zum Anlegen
einer relativ niedrigen Last öffnet, umschaltbar sein.

25 Wenn auch in der obigen Beschreibung die Rede davon ist,
daß die Drehzahl des Schaufelrades zwischen einem ersten
Wert und einem zweiten Wert veränderlich ist, sei jedoch
darauf hingewiesen, daß sich die Drehzahl des Schaufelrades
30 nicht notwendigerweise abrupt zwischen diesen beiden Wer-
ten ändert, um im wesentlichen rechteckige Druckimpulse
zu erzeugen, sondern daß sich die Drehzahl vielmehr all-
mählich ändern kann, um ein sich kontinuierlich änderndes
Drucksignal, beispielsweise ein sich sinusförmig änderndes
35 Drucksignal, zu erzeugen. Außerdem kann die Drehzahl-

1 Änderung so gesteuert werden, daß ein Druck-Trägersignal
mit dem Ausgang des Meßinstrumentes frequenzmoduliert wird,
um die übertragenen Daten praktisch von jeder Amplituden-
änderung des Drucksignales unabhängig zu machen.

5

Anhand der Zeichnungen wird eine bevorzugte Ausführungs-
form eines erfindungsgemäß ausgebildeten Bohrloch-Signal-
übertragers näher erläutert. Es zeigt:

10 Fig. 1 einen Längsschnitt durch den oberen Teil des
Übertragers;

Fig. 2 einen Längsschnitt durch den unteren Teil des
Übertragers, wobei der Außenkanal weggelassen
15 ist.

Der in den Zeichnungen dargestellte Signalübertrager 1
wird im Betrieb innerhalb eines nichtmagnetischen Bohr-
kranzes eingesetzt und ist mit einem Meßinstrument ver-
20 bunden, das in einem Instrumentendruckgehäuse innerhalb
des Bohrkranzes, unmittelbar unterhalb des Signalüber-
tragers 1 angeordnet ist. Der Bohrkranz befindet sich am
Ende eines Bohrgestänges innerhalb eines Bohrloches wäh-
rend des Bohrvorganges, und das Meßinstrument kann bei-
25 spielsweise dazu dienen, die Neigung des Bohrloches in
der Nähe des Bohrwerkzeuges beim Bohren zu überwachen.

Der Signalübertrager 1 dient dazu, die Meßdaten in Form
von Druckimpulsen an die Oberfläche zu übertragen, indem
30 der Druck des das Bohrgestänge hinablaufenden Schlammes
moduliert wird. Der Signalübertrager 1 ist als eine
selbstunterhaltende Einheit ausgebildet und wird inner-
halb des Bohrkranzes so eingebaut, daß er beispielsweise
im Fall eines Instrumentenausfalls wiedergewonnen werden
35 kann, indem ein Drahtseil am Bohrgestänge hinabgelassen
wird und das Drahtseil mit einem Fangelement (nicht ge-

1 zeigt) am Signalübertrager verbunden wird, beispielsweise mittels einer an sich bekannten Greifvorrichtung am Ende des Drahtseiles, und indem der Signalübertrager am Ende des Drahtseiles am Bohrgestänge nach oben gezogen wird.

5

In Fig. 1 ist ein oberer Teil des Signalübertragers 1 dargestellt. Der Signalübertrager 1 umfaßt einen Mantel 2, in dem ein längliches Gehäuse 10 mit einer stromlinienförmigen Nase 8 starr montiert ist, und zwar mittels dreier oberer 10 Stützstreben 18 und dreier unterer Stützstreben (nicht gezeigt), die sich radial zwischen dem Gehäuse 10 und dem Mantel 2 erstrecken, um einen Ringraum zwischen dem Gehäuse 10 und dem Mantel 2 für die Schlammströmung zu bilden. Der Raum innerhalb des Gehäuses 10 ist mit Hydrauliköl gefüllt 15 und eine flexible ringförmige Membran 16 ist in der Wand des Gehäuses 10 vorgesehen, um einen hydrostatischen Druckausgleich am Gehäuse 10 sicherzustellen.

Fig. 2 zeigt einen unteren Teil des Signalübertrages 1, in dem der Mantel 2 weggelassen worden ist. Der Signalübertrager 1 umfaßt ferner einen nicht gezeigten Teil zwischen dem oberen Teil und dem unteren Teil. Ein ringförmiges Schau- 20 felrad 22 mit einer Reihe von Schaufeln 24, die um seinen Umfang herum verteilt sind und unter einem Winkel zur Schlammströmung angestellt sind, umgibt das Gehäuse 10, 25 wie in den Fign. 2 und 3 dargestellt, und wird auf einer Schulter 26 des Gehäuses 10 mittels eines gefüllten PTFE (Polytetrafluoräthylen) -Drucklagers 28 getragen. Die Schaufeln 24 sind auf einem Kupferantriebsring 32 ange- 30 bracht. Eine Magnetanordnung 34 aus Seltenen Erden wird von einer ringförmigen Welle 36 getragen, die innerhalb des Gehäuses 10 mittels Lager 38 drehbar gelagert ist, und enthält sechs SmCo (Samarium-Kobalt)-Magnete, die um den Umfang der Welle 36 herum verteilt sind. Bei dreien 35 der Magnete sind die Nordpole radial auswärts gerichtet,

1 und bei drei weiteren Magneten, die mit den vorhergehenden
drei Magneten abwechseln, sind die Südpole radial nach
außen gerichtet. Wenn sich das Schaufelrad 22 im Schlamm-
strom dreht, werden in dem Kupferantriebsring 32 durch das.
5 intensive magnetische Feld, das den sechs SmCo-Magneten
zugeordnet ist, Wirbelströme induziert, und die Magnet-
anordnung 34 und somit die Welle 36 drehen sich mit dem
Schaufelrad 32 aufgrund der Zusammenwirkung zwischen dem
den Magneten zugeordneten magnetischen Feld und dem mag-
10 netischen Feld, das den im Antriebsring 32 induzierten
Wirbelströmen zugeordnet ist.

Die Welle 36 treibt einen Rotor 42 eines elektrischen Gene-
rators 44 (Fig. 2), um das Meßinstrument mit Energie zu
15 versorgen. Der Generator 44 ist ein Dreiphasen-Wechselstrom-
generator, der einen gewickelten Stator 46 mit sechs Polen
aufweist, die gleichmäßig um die Achse des Generators 44
herum verteilt sind. Der Rotor 42 enthält acht SmCo-Magnete
48, die ebenfalls gleichmäßig um die Achse des Generators 4
20 herum verteilt sind, wobei bei vier der Magnete 48 die Nord-
pole dem Stator 46 zugewandt sind und weitere vier Magnete
48, die mit den vorhergehenden vier Magneten 48 abwechseln,
ihre Südpole dem Stator 46 zugewandt haben. Außerdem
treibt die ringförmige 36 eine hydraulische Pumpe 52
25 (Fig. 1) einer Drehmomentsteuereinrichtung über eine
Schrägscheibe 54 und eine zugeordnete Kolbendruckplatte 56.

Die hydraulische Pumpe 52 weist acht Zylinder 58 auf, die
sich parallel zur Achse des Gehäuses 10 erstrecken und in
30 ringförmiger Konfiguration angeordnet sind, und je einen
Kolben 60 für jeden Zylinder 58. Das untere Ende jedes
Kolbens 60 wird durch eine entsprechende Kolbenrückhol-
feder 62 permanent in Anlage mit der Druckplatte 56 ge-
drückt, so daß bei einer Drehung der Schrägscheibe 54 mit
35 der Welle 36 die Kolben 60 sich innerhalb ihrer Zylinder 58

1 axial hin- und herbewegen, wobei die acht Kolben 60 zy-
lisch so hin- und herbewegt werden, daß, wenn sich einer
der Kolben am oberen Totpunkt des Kolbenhubes befindet,
5 Totpunkt seines Hubes befindet, und umgekehrt. Jeder Zy-
linder 58 ist mit einem Einwegventil 63 an seinem oberen
Ende versehen, und jeder Kolben 60 ist mit einer Bohrung 64
versehen, die ein weiteres Einwegventil 65 enthält. Das
Einwegventil 65 öffnet sich in Richtung auf den unteren
10 Totpunkt jedes Hubes des Kolbens 60, um Hydrauliköl anzu-
saugen, und das Ventil 63 öffnet sich in Richtung auf den
oberen Totpunkt jedes Hubes des Kolbens 60, um Hydrauliköl
einer Auslaßkammer 66 zuzuführen. Die Auslaßströme der Zy-
linder 58 werden der Auslaßkammer 66 zyklisch zugeführt.

15 In einem ersten Zustand der Drehmomentsteuereinrichtung
wird der Auslaßstrom der Pumpe 52 einem Drosselventil 67
zugeführt. Das Drosselventil 60 weist einen Ventilsitz 68
und eine Ventilkugel 69 auf, die von einem Führungsglied 70
20 und einer Feder 71 gegen den Ventilsitz 68 angedrückt wird.
Der Rückstrom zum Pumpeneinlaß erfolgt über eine Kammer 98,
einen Ringraum 97 zwischen einer Hülse 93 und dem Gehäuse
10 sowie eine Öffnung 96 in der Hülse 93. In einem zweiten
Zustand der Drehmomentsteuereinrichtung wird der Auslaß-
25 strom der Pumpe 52 direkt zum Einlaß zurückgeführt und zwar
über einen zentralen Kanal 92 unter der Steuerung eines
hydraulischen Verstärkers, der ein Hauptventil in Form
eines Schaltventils 72 (Fig. 1) und ein Nebenventil in
Form eines Steuerventils 74 (Fig. 2) aufweist, die durch
30 einen Kanal 90 miteinander verbunden sind. Das Steuerventil
74 ist durch einen Signalbetätiger in Form eines Elektro-
magneten 76 unter der Steuerung des Ausgangs des Meßinstru-
mentes betätigbar.

1 Um den inneren Aufbau des Steuerventils 74 zu zeigen, ist
das Ventil in Fig. 2 so dargestellt, daß die untere Hälfte
des Ventils, in der Ansicht der Zeichnung, in der gleichen
Ebene wie der Rest der Zeichnung geschnitten ist, wobei je-
5 doch die obere Hälfte des Ventils in einer Längsebene
rechtwinklig zu der oben erwähnten Ebene geschnitten ist.
Das Ventil 74 enthält somit einen axialen Kanal 77, der
in zwei Zweigleitungen 91 mündet, die um die Längsachse
symmetrisch angeordnet sind, wobei jedoch nur eine davon
10 in der Fig. 2 zu sehen ist im Hinblick darauf, daß die
Ebene, in der die obere Hälfte des Ventils geschnitten
ist, rechtwinklig zu der Ebene verläuft, in der die
Zweigleitungen 91 liegen. Die beiden Zweigleitungen 91
führen zu einer axialen Sackbohrung 79, die in einen
15 Ventilsitz 83 endet, innerhalb dessen eine Ventilkugel 81
angeordnet ist. Auf die Ventilkugel 81 wirkt ein ungefähr
U-förmiges Teil 82, das eine Führungsstange 85 und zwei
hohle Arme 82A enthält, wobei die Führungsstange 85 sich
in eine Führungsbohrung 85A und die hohlen Arme 82A durch
20 die Bohrungen 82B erstrecken. Die Bohrungen 82B sind um
die Längsachse symmetrisch angeordnet, wobei jedoch nur
eine von diesen in der Zeichnung zu sehen ist, im Hinblick
darauf, daß die Ebene, in der die Bohrungen 82B liegen,
rechtwinklig verläuft zu der Ebene, in der die untere
25 Hälfte des Ventiles 74 geschnitten ist. Die Arme 82 sind
durch Schrauben 82C mit einem Anker 78 verbunden, der
auf einem Führungsbolzen 78A angebracht ist, so daß der
Anker 78 und das U-förmige Teil 82 eine begrenzte Axial-
bewegung bezüglich des übrigen Teils des Ventils 74 ausfüh-
30 ren können.

Wenn die Form des Ausgangssignales des Meßinstrumentes
so ist, daß der Elektromagnet 76 den Anker 78 magnetisch
anzieht, befinden sich der Anker 78 und das U-förmige
35 Teil 82 in der in Fig. 2 gezeigten Stellung, in der das

- 1 U-förmige Teil 82 auf die Ventilkugel 81 einwirkt, um das Ventil 74 geschlossen zu halten. Wenn auch in der Zeichnung nicht dargestellt, existiert zwischen dem Anker 78 und einer Stirnplatte 80 des Elektromagneten 76 in dieser
5 Stellung ein kleiner Spalt, der sicherstellt, daß die Ventilkugel 81 fest an ihrem Sitz 83 gehalten wird, wenn sich das Ventil 74 in seiner Schließstellung befindet.

- Wenn sich die Form des Ausgangssignales des Meßinstruments so ändert, daß die magnetische Zugkraft zwischen dem
10 Anker 78 und der Stirnplatte 80 des Elektromagneten 76 unterbrochen wird, wird das U-förmige Teil 82 dadurch axial verschoben, daß die Ventilkugel 81 des Steuerventils 74 durch Strömungsmitteldruck von ihrem Sitz 83 abgehoben
15 wird, wodurch das Steuerventil 74 geöffnet wird. Der Betrag um den die Ventilkugel 81 von ihrem Sitz 83 abgehoben wird, ist durch den Hub des Ankers 78 begrenzt. Dies hat die Wirkung, daß ein kleiner Ölstrom vom Pumpenauslaß zum Pumpeneinlaß stattfinden kann, wobei sich dieser Strom
20 von dem Kanal 92 entlang einer Bohrung 87 durch ein Ventiltteil 88 des Schaltventils 72 (vgl. Fig. 1) und durch eine Drosselstelle 86 innerhalb der Bohrung 87 sowie zum Steuerventil 74 über den Kanal 90 bewegt, wobei die Rückströmung zum Pumpeneinlaß über den den Kanal 90 umgebenden
25 Ringraum 99 erfolgt.

- Dadurch, daß ein kleiner Ölstrom durch die Drosselstelle 86 in Gang gesetzt wird, wird der Ventilkörper 88 entgegen der Wirkung einer Feder 89 nach unten verschoben, und
30 zwar aufgrund der Druckdifferenz, die von dem Ölstrom durch die Drosselstelle 86 am Schaltventil 72 angelegt wird. Dies hat zur Folge, daß Öffnungen 94 in Form von funken-erodierten Schlitzten in einer äußeren Hülse 95 des Ventils 72 von dem Ventilkörper 88 freigegeben werden, wo-
35 durch der Kanal 92 direkt mit dem Pumpeneinlaß verbunden wird, wodurch ein sehr viel größerer Ölstrom vom Pumpenauslaß zum Pumpeneinlaß über den Kanal 92 und die Öffnungen 94 hervorgerufen wird.

- 1 Wenn das Schaltventil 72 geöffnet wird, verläuft der Aus-
laßstrom der Pumpe 52 direkt zurück zum Pumpeneinlaß über
den Kanal 92 und die Öffnungen 94 in der Außenhülse 95 des
Schaltventils 72, und das Drosselventil 67 wird umgangen.
5 Dies bedeutet, daß die Last an der Pumpe 52 der Drehmoment-
steuereinrichtung relativ klein ist in diesem Zustand, und
es muß nur ein relativ kleines Drehmoment an das Schaufel-
rad 32 übertragen werden, um die Pumpe 52 anzutreiben. So-
mit läßt sich das Schaufelrad 32 relativ leicht in der
10 Schlammströmung drehen.

Wenn die Form des Ausgangssignals des Meßinstrumentes sich
wieder so ändert, daß der Anker 78 zur Stirnplatte 80 des
Elektromagneten 76 gezogen wird, wird das U-förmige Teil
15 82 axial entgegen dem Strömungsmitteldruck verschoben, um
die Ventilkugel 81 des Steuerventils 74 wieder an ihren
Sitz 83 anzulegen, wodurch das Steuerventil 74 geschlossen
und der Ölstrom durch die Drosselstelle 86 im Ventilkörper
88 des Druckentlastungsventils 72 unterbrochen wird. Dies
20 hat zur Folge, daß der Ventilkörper 88 von der Feder 89
nach oben verschoben wird, so daß die Öffnungen 94 wieder
abgedeckt werden und das Ventil 72 geschlossen wird, wo-
durch eine Rückführung des Öls direkt vom Auslaß zum Ein-
laß der Pumpe 52 verhindert wird.

25

Der volle Auslaßstrom der Pumpe 52 wird somit dem Drossel-
ventil 67 zugeführt, und die an der Pumpe 52 anliegende
Last wird somit vergrößert. Typischerweise beträgt der am
Drosselventil 67 anliegende Druckabfall ungefähr 7 bis
30 14 bar (100 bis 200 psi). In diesem Zustand muß ein re-
lativ großes Drehmoment vom Schaufelrad 32 übertragen
werden, um die Pumpe 52 anzutreiben, und das Schaufelrad 32
läßt sich entsprechend weniger leicht in der Schlammströ-
mung drehen. Die Folge ist, daß die Drehzahl, mit der das

35

- 1 Schaufelrad 32 von der Schlammströmung angetrieben wird,
absinkt.

Wenn somit die Meßdaten des Meßinstrumentes den durch den
5 signalgebenden Elektromagneten 76 verlaufenden Strom so
ändern, daß der Anker 78 an die Stirnplatte 80 des Elek-
tromagneten 76 intermittierend angezogen wird, sorgt die
Drehmomentsteuereinrichtung dafür, daß das Schaufelrad 32
abwechselnd mit zwei unterschiedlichen Drehzahlen ange-
10 trieben wird und hierdurch den Druck der Schlammströmung
stromauf des Übertragers 1 in Abhängigkeit von den Meß-
daten moduliert. Somit wandert eine Reihe von Druckimpul-
sen entsprechend den Meßdaten in der Schlammströmung strom-
auf und kann an der Oberfläche von einem Druckübertrager
15 in Nähe des Auslasses der die Schlammströmung erzeugenden
Pumpe abgefühlt werden.

Bei einer vorteilhaften Abwandlung des oben beschriebenen
Ausführungsbeispiels umgibt das Schaufelrad einen Ab-
20 schnitt des Gehäuses von relativ kleinem Durchmesser,
der sich stromauf der Nase des Gehäuses erstreckt. Das
vom Schaufelrad abgegebene Drehmoment wird magnetisch
an eine Welle innerhalb dieses schmalen Abschnittes des
Gehäuses übertragen, und die Welle ihrerseits treibt die
25 Pumpe der Drehmomentsteuereinrichtung. Diese abgewandelte
Ausführungsform hat den besonderen Vorteil, daß das Druck-
lager des Schaufelrades eine größere Fläche erhalten kann,
als dies bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel möglich
ist, und somit läßt sich die Lebensdauer des Lagers erhöhen.
30

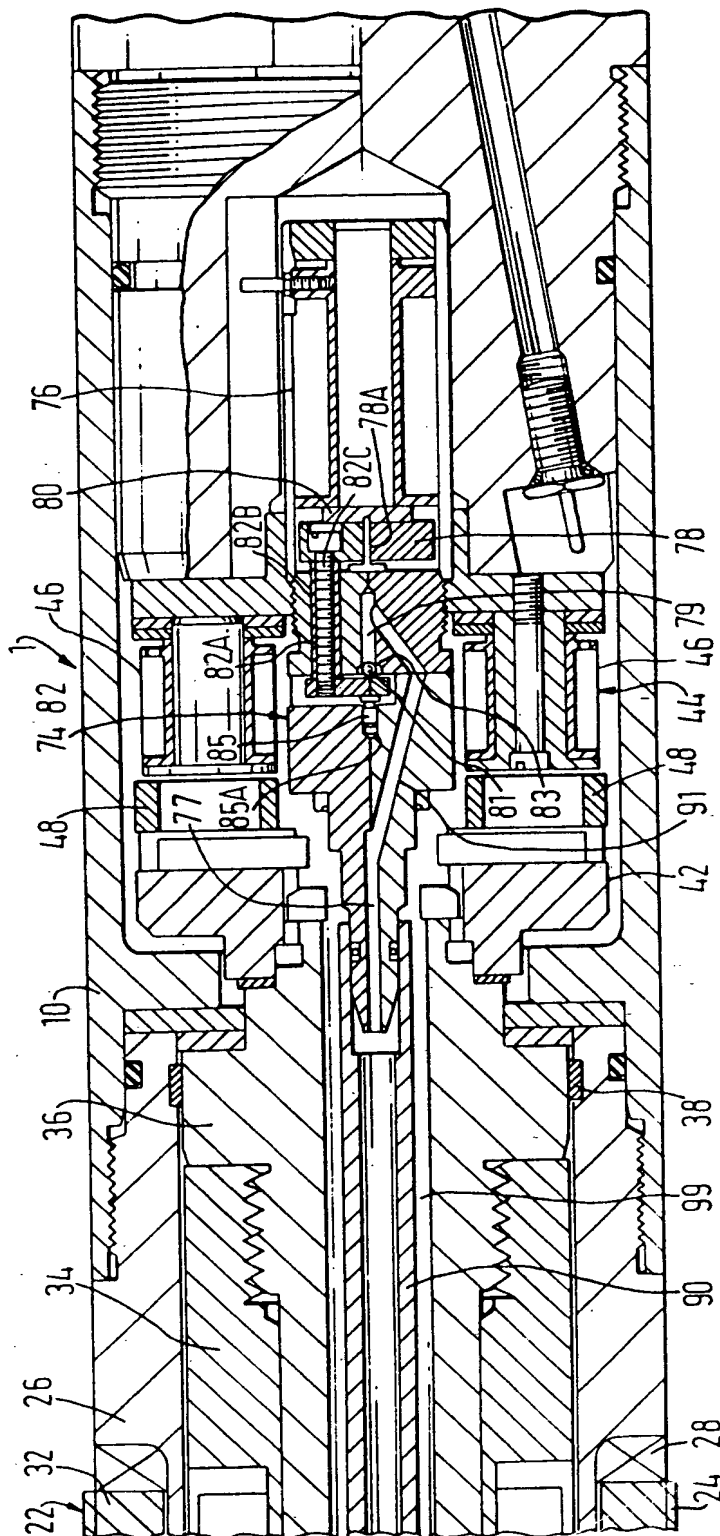


FIG. 2

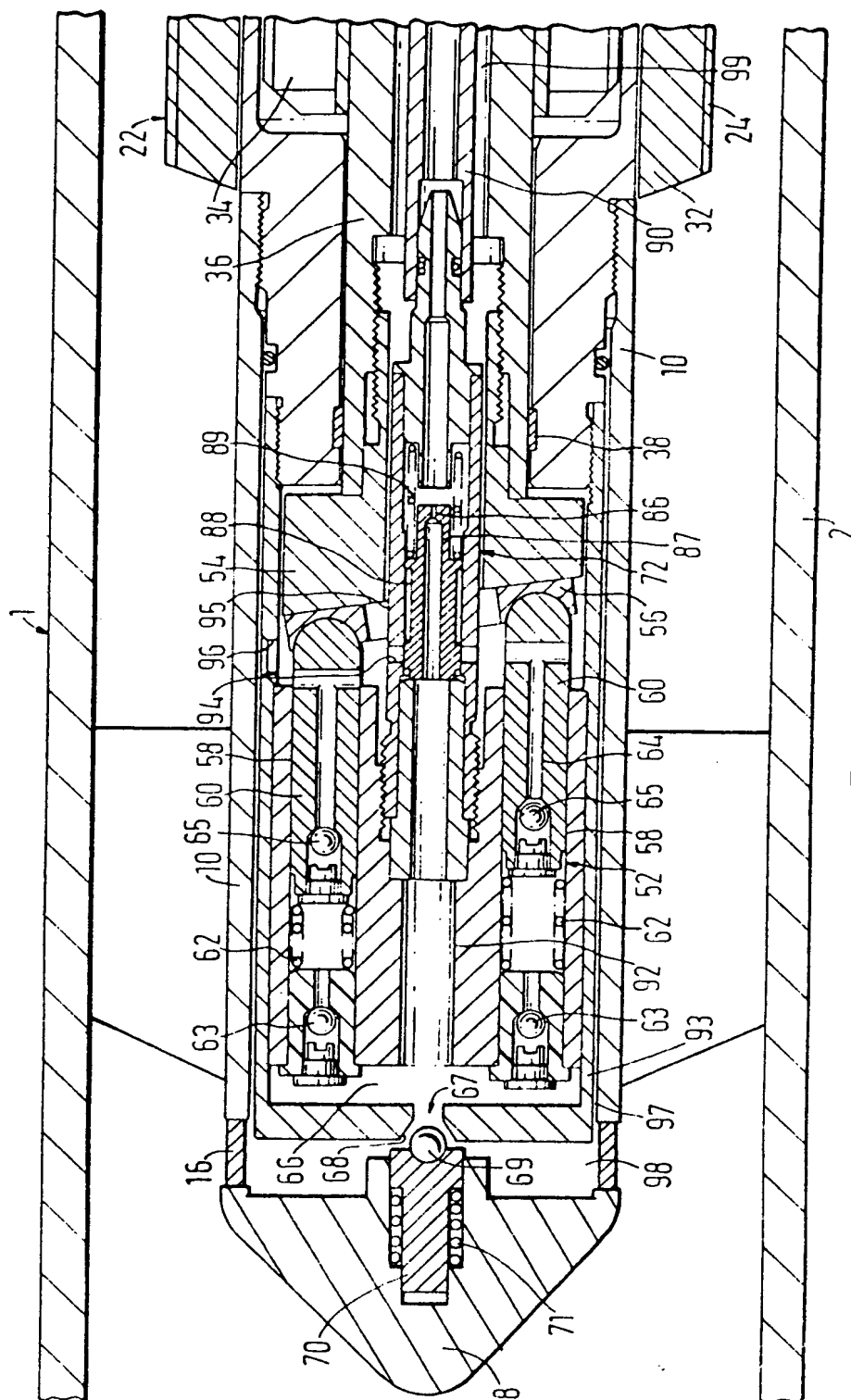


FIG. 1